

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of:

Seung-Chul PARK, et al.

Application No.: TBA

Group Art Unit: TBA

Filed: January 30, 2004

Examiner: TBA

For: METHOD AND APPARATUS FOR CONTROLLING TRACK SEEK SERVO OF DISK DRIVE

**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIOR FOREIGN
APPLICATION IN ACCORDANCE
WITH THE REQUIREMENTS OF 37 C.F.R. § 1.55**

Commissioner for Patents
PO Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

In accordance with the provisions of 37 C.F.R. § 1.55, the applicants submit herewith a certified copy of the following foreign application:

Korean Patent Application No. 2003-6283

Filed: January 30, 2003

It is respectfully requested that the applicants be given the benefit of the foreign filing date as evidenced by the certified papers attached hereto, in accordance with the requirements of 35 U.S.C. § 119.

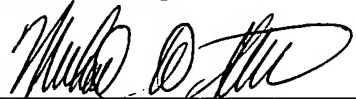
Respectfully submitted,

STAAS & HALSEY LLP

Date:

1/30/04

By:



Michael D. Stein
Registration No. 37,240

1201 New York Ave, N.W., Suite 700
Washington, D.C. 20005
Telephone: (202) 434-1500
Facsimile: (202) 434-1501

KOREAN INDUSTRIAL PROPERTY OFFICE

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Industrial Property Office.

Application Number: 10-2003-0006238

Date of Application: 30 January 2003

Applicant(s): Samsung Electronics Co., Ltd.

10 February 2003

COMMISSIONER

1020030006283

Print Date: 11 February 2003

[Document] Application
[Right] Patent
[Receiver] Commissioner
[Document No.] 0012
[Filing Date] 30 January 2003
[IPC] G11B
[Title] Method and apparatus for controlling track seek servo in disk drive

[Applicant]
[Name] Samsung Electronics Co., Ltd.
[Applicant code] 1-1998-104271-3

[Attorney]
Name: Youngpil Lee
Attorney's code: 9-1998-000334-6
[General Power of Attorney Registration No.] 1999-009556-9

[Attorney]
Name: Haeyoung Lee
Attorney's code: 9-1999-000227-4
[General Power of Attorney Registration No.] 2000-002816-9

[Inventor]
Name: Seung-chul Park
Resident Registration Number: 701022-1163214
Zip code: 441-834
Address: 201-801 Hyundai Apt., 1240 Gwonseon-dong
Gwonseon-gu, Suwon-si, Gyeonggi-do
Nationality: Republic of Korea

[Inventor]
Name: Chang-ik Kang
Resident Registration Number: 670325-1951022

1020030006283

Print Date: 11 February 2003

Zip code: 690-802
Address: 102-802 Hyundai Apt., 731-1 Nohyeong-dong
Jeju-si, Jeju-do
Nationality: Republic of Korea

[Request for Examination] Requested

[Purpose] We file as above according to Art. 42 of the Patent Law and request the
examination as above according to Art. 60 of the Patent Law
Attorney Youngpil Lee
Haeyoung Lee

[Fee]

[Basic fee]	20 Sheet(s)	29,000 won
[Additional fee]	12 Sheet(s)	12,000 won
[Priority claiming fee]	0 Case(s)	0 won
[Examination fee]	32 Claim(s)	1,133,000 won
[Total]		1,174,000 won

[Enclosures]

1. Abstract and Specification (and Drawings) 1 original each



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto
is a true copy from the records of the Korean Intellectual
Property Office.

출원 번호 : 10-2003-0006283
Application Number

출원 년 월 일 : 2003년 01월 30일
Date of Application JAN 30, 2003

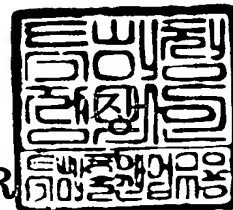
출원인 : 삼성전자주식회사
Applicant(s) SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.



2003 02 10 일
 년 월

특 허 청

COMMISSIONER



【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0012
【제출일자】	2003.01.30
【국제특허분류】	G11B
【발명의 명칭】	디스크 드라이브의 트랙 탐색 서보 제어 방법 및 장치
【발명의 영문명칭】	Method and apparatus for controlling track seek servo in disk drive
【출원인】	
【명칭】	삼성전자 주식회사
【출원인코드】	1-1998-104271-3
【대리인】	
【성명】	이영필
【대리인코드】	9-1998-000334-6
【포괄위임등록번호】	2003-003435-0
【대리인】	
【성명】	이해영
【대리인코드】	9-1999-000227-4
【포괄위임등록번호】	2003-003436-7
【발명자】	
【성명의 국문표기】	박승철
【성명의 영문표기】	PARK, Seung Chul
【주민등록번호】	701022-1163214
【우편번호】	441-834
【주소】	경기도 수원시 권선구 권선동 1240번지 현대아파트 201동 801호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	강창익
【성명의 영문표기】	KANG, Chang Ik
【주민등록번호】	670325-1951022

【우편번호】 690-802
【주소】 제주도 제주시 노형동 731-1번지 현대아파트 102동 802호
【국적】 KR
【심사청구】 청구
【취지】 특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인
 이영필 (인) 대리인
 이해영 (인)
【수수료】
【기본출원료】 20 면 29,000 원
【가산출원료】 12 면 12,000 원
【우선권주장료】 0 건 0 원
【심사청구료】 32 항 1,133,000 원
【합계】 1,174,000 원
【첨부서류】 1. 요약서·명세서(도면)_1통

【요약서】**【요약】**

본 발명은 디스크 드라이브 제어 방법 및 장치에 관한 것으로서, 특히 디스크 드라이브에서 소음을 저감시키면서도 트랙 탐색 시간을 단축시키기 위한 디스크 드라이브의 트랙 탐색 서보 제어 방법 및 장치에 관한 것이다.

본 발명에 의하면 디스크 드라이브의 트랙 탐색 제어 시에 비대칭 정현파 형태의 가속도 궤적을 이용하여 변환기를 목표 트랙으로 이동시키도록 제어함으로써, VCM 전압을 주어진 전압 제한 하에서 포지티브/네거티브 방향으로 동일하게 사용할 수 있게 되어 대칭 정현파 형태의 가속도 궤적을 사용하는 종래의 시크 기술에 비하여 트랙 탐색 시간을 단축시킬 수 있을 수 있을 뿐만 아니라 구형파 형태의 가속도 궤적을 이용하는 종래의 시크 기술에 비하여 기계적 소음을 줄일 수 있는 효과가 발생된다.

【대표도】

도 3

【명세서】**【발명의 명칭】**

디스크 드라이브의 트랙 탐색 서보 제어 방법 및 장치{Method and apparatus for controlling track seek servo in disk drive}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 본 발명이 적용되는 하드 디스크 드라이브의 구성의 평면도이다.

도 2는 하드 디스크 드라이브를 제어하는 전기 시스템의 회로도이다.

도 3은 하드 디스크 드라이브의 서보 제어 시스템의 회로도이다.

도 4(a)는 종래의 시크 기술에 의한 위치, 속도, 가속도 궤적을 도시한 것이다.

도 4(b)는 종래의 기술에 의한 VCM 전압 파형을 도시한 것이다.

도 5(a)는 본 발명의 시크 기술에 의한 위치, 속도, 가속도 궤적을 도시한 것이다.

도 5(b)는 본 발명에 의한 VCM 전압 파형을 도시한 것이다.

도 6은 본 발명과 종래의 기술에 의한 탐색 시간을 비교 도시한 것이다.

【발명의 상세한 설명】**【발명의 목적】****【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】**

<9> 본 발명은 디스크 드라이브 제어 방법 및 장치에 관한 것으로서, 특히 디스크 드라이브에서 소음을 저감시키면서도 트랙 탐색 시간을 단축시키기 위한 디스크 드라이브의 트랙 탐색 서보 제어 방법 및 장치에 관한 것이다.

- <10> 하드 디스크 드라이브는 회전하는 단일 또는 복수의 디스크 각각의 자계를 감지하고 자화시킴으로써 정보를 기록하고 읽을 수 있는 복수의 자기 변환기(magnetic transducer)들을 포함하고 있다. 이 정보는 환상 트랙 내에 위치한 복수의 섹터들 내에 저장된다. 디스크의 각 표면을 가로질러 위치한 트랙 번호가 있다. 수직적으로 유사한 트랙들의 번호는 때로는 실린더(cylinder)라 칭한다. 그러므로 각 트랙은 실린더 번호에 의하여 정의되기도 한다.
- <11> 각 변환기(transducer)는 전형적으로 헤드 짐벌 어셈블리(HGA:Head Gimbal Assembly)에 편입되어 있는 슬라이더 내에 통합되어 있다. 각 헤드 짐벌 어셈블리는 액츄에이터 암에 부착되어 있다. 액츄에이터 암은 보이스 코일(voice coil) 모터를 함께 특정하는 마그네틱 어셈블리에 인접되게 위치한 보이스 코일을 갖고 있다. 하드 디스크 드라이브는 전형적으로 보이스 코일 모터를 여기시키는 전류를 공급하는 구동 회로 및 컨트롤러를 포함하고 있다. 여기된 보이스 코일 모터는 액츄에이터 암을 회전시켜 변환기들을 디스크(들)의 표면을 가로질러 이동시킨다.
- <12> 정보를 기록하거나 또는 읽을 때, 하드 디스크 드라이브는 변환기를 한 실린더에서 다른 실린더로 이동시키기 위한 시크 루틴을 실행할 가능성이 있다. 시크 루틴 도중에 보이스 코일 모터는 변환기들을 디스크 표면에서 새로운 실린더 위치로 이동시키는 전류에 의하여 여기된다. 컨트롤러는 또한 변환기가 정확한 실린더 위치 및 트랙의 중앙으로 이동시키는 것을 보증하는 서보 루틴을 실행한다.
- <13> 디스크(들)로부터 정보를 읽거나 기록하는데 필요한 시간의 양을 최소화시키

는 것이 바람직하다. 그러므로, 드라이브에 의하여 실행되는 시크 루틴은 변환기들을 가장 짧은 시간 내에 새로운 실린더 위치로 이동시켜야 한다. 추가적으로, 헤드 짐벌 어셈블리의 안정 시간은 변환기가 빠르게 정보를 기록하거나 또는 읽을 수 있고, 한번에 새로운 실린더에 인접되게 위치하도록 하기 위하여 최소화되어야 한다.

<14> 일반적으로, 목표 트랙으로 신속하게 변환기를 이동시키기 위하여 구형파 형태의 가속도 궤적으로 적용하여 시크 서보 제어를 실행하였다. 불행하게도, 구형파는 높은 주파수 성분의 고조파를 포함하고 있는데, 이는 헤드 짐벌 어셈블리에서 기계적인 공진을 초래해서 높은 자연 주파수로 기계적인 구성요소 또는 어셈블리들을 여기시킨다. 이는 잔여 진동으로 인하여 청각적인 노이즈, 원하지 않는 진동 및 이와 관련된 안정 시간을 초래하였다. 종래의 기술의 구형파에 의하여 생성된 기계적인 공진은 디스크로부터 정보를 기록하거나 또는 읽기 위하여 필요로 되는 안정 및 전체 시간 모두를 증가시키는 문제점이 있었다.

<15> 이러한 문제점을 해결하기 위하여 개발된 기술이 정현파 형태의 가속도 궤적을 이용한 시크 제어 방법으로, 이에 따른 가속도 방정식, 속도 방정식 및 위치 방정식은 수학적 식 1과 같다.

<16>

$$\begin{aligned} a(t) &= K_a I_a \sin\left(\frac{2\pi}{T_{sk}} t\right) \\ v(t) &= \frac{K_a I_a T_{sk}}{2\pi} \left[1 - \cos\left(\frac{2\pi}{T_{sk}} t\right) \right] \\ x(t) &= \frac{K_a I_a T_{sk}}{2\pi} \left[t - \frac{T_{sk}}{2\pi} \sin\left(\frac{2\pi}{T_{sk}} t\right) \right] \end{aligned}$$

【수학적 식 1】

- <17> 여기에서, 상수 K_a , I_a , T_{sk} 는 각각 가속도 상수, 전류 진폭, 트랙 탐색 시간을 나타낸다.
- <18> VCM 액츄에이터가 정현파 가속도 궤적에 따라 가감속하는 경우의 가속도, 속도 및 위치 궤적은 도 4(a)와 같고, 이러한 궤적이 적용된 제어에 따른 VCM 전압 파형은 도 4(b)와 같다. VCM 전압 파형이 양의 방향으로 치우친 비대칭 형태가 되는 이유는 액츄에이터 회전에 의하여 코일에 역기전력 전압이 발생되기 때문이다.
- <19> 이와 같이 VCM 전압 파형이 양의 방향으로 치우친 이유로 인하여 구형파 가속도 궤적을 적용하는 경우에 비하여 트랙 탐색 시간이 10% 정도 증가하게 되는 문제점이 발생된다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

- <20> 본 발명이 이루고자하는 기술적 과제는 상술한 문제점을 해결하기 위하여 하드 디스크 드라이브의 트랙 탐색 제어 시에 기계적 소음을 저감시키면서도 트랙 탐색 시간을 단축시키기 위한 디스크 드라이브의 트랙 탐색 서보 제어 방법 및 장치를 제공하는데 있다.

【발명의 구성 및 작용】

- <21> 상기 기술적 과제를 달성하기 위하여 본 발명에 의한 디스크 드라이브의 트랙 탐색 서보 제어 방법은 디스크 드라이브 제어 방법에 있어서, 트랙 탐색 모드에서 비대칭 정현파 형태의 가속도 궤적을 이용한 트랙 탐색 제어 프로세스에 의하여 변환기를 목표 트랙으로 이동시킴을 특징으로 한다.

<22> 상기 기술적 과제를 달성하기 위하여 본 발명에 의한 디스크 드라이브의 트랙 탐색 서버 제어 장치는 디스크 드라이브 제어 장치에 있어서, 트랙 탐색 모드에서 비대칭 정현파 형태의 가속도 궤적 함수를 적용하여 설계 위치 값, 설계 속도 값 및 설계 가속도 값을 연산하는 시크 궤적 생성기, 변환기가 디스크에서 이동되는 실제 위치값, 실제 속도값 및 가속도 값을 결정하는 상태 추정기, 상기 설계 위치값에서 실제 위치값을 감산하여 출력시키는 제1합산기, 상기 제1합산기 출력값에 위치 보정을 위한 소정의 위치 이득을 곱하여 위치 보정값을 생성시키기 위한 위치 제어 이득 보상기, 상기 위치 보정값과 상기 설계 속도값을 합산하고, 상기 위치 보정값과 상기 설계 속도값의 합산값에서 상기 실제 속도값을 감산하여 출력시키는 제2합산기, 상기 제2합산기의 출력값에 속도 보정을 위한 소정의 속도 이득을 곱하여 속도 보정값을 생성시키기 위한 속도 제어 이득 보상기, 상기 속도 보정값과 상기 설계 가속도값을 합산하고, 상기 속도 보정값과 상기 설계 가속도값의 합산값에서 상기 실제 가속도값을 감산하여 가속도 보정값을 생성시키는 제3합산기 및 상기 가속도 보정값에 상응하여 보이스트 코일에 공급되는 전류를 가변시키는 액츄에이터를 포함함을 특징으로 한다.

<23> 상기 기술적 과제를 달성하기 위하여 본 발명에 의한 디스크 드라이브의 트랙 탐색 서버 제어 방법이 적용되는 디스크 드라이브는 소정의 정보를 저장하는 디스크, 상기 디스크를 회전시키는 스핀들 모터, 상기 디스크에 정보를 기록하고 상기 디스크로부터 정보를 읽어내는 변환기, 상기 변환기를 상기 디스크의 표면을 가로질러 이동시키는 액츄에이터 및 비대칭형 정현파 가속도 궤적을 이용하여 상기 변환기를 현재 트랙에서 목표 트랙으로 이동시키도록 상기 액츄에이터를 제어하는 컨트롤러를 포함함을 특징으로 한다.

- <24> 도 1은 본 발명이 적용되는 하드 디스크 드라이브(10)의 구성을 보여준다.
- <25> 드라이브(10)는 스피들 모터(14)에 의하여 회전되는 적어도 하나의 자기 디스크(12)를 포함하고 있다. 드라이브(10)는 디스크(12) 표면에 인접되게 위치한 변환기(16)를 또한 포함하고 있다.
- <26> 변환기(16)는 각각의 디스크(12)의 자계를 감지하고 자화시킴으로써 회전하는 디스크(12)에서 정보를 읽거나 기록할 수 있다. 전형적으로 변환기(16)는 각 디스크(12)의 표면에 결합되어 있다. 비록 단일의 변환기(16)로 도시되어 설명되어 있지만, 이는 디스크(12)를 자화시키기 위한 기록용 변환기와 디스크(12)의 자계를 감지하기 위한 분리된 읽기용 변환기로 이루어져 있다고 이해되어야 한다. 읽기용 변환기는 자기 저항(MR : Magneto-Resistive) 소자로부터 구성되어 진다.
- <27> 변환기(16)는 슬라이더(20)에 통합되어 질 수 있다. 슬라이더(20)는 변환기(16)와 디스크(12) 표면 사이에 공기 베어링(air bearing)을 생성시키는 구조로 되어 있다. 슬라이더(20)는 헤드 집벌 어셈블리(22)에 결합되어 있다. 헤드 집벌 어셈블리(22)는 보이스 코일(26)을 갖는 액츄에이터 암(24)에 부착되어 있다. 보이스 코일(26)은 보이스 코일 모터(VCM : Voice Coil Motor 30)를 특징하는 마그네틱 어셈블리(28)에 인접되게 위치하고 있다. 보이스 코일(26)에 공급되는 전류는 베어링 어셈블리(32)에 대하여 액츄에이터 암(24)을 회전시키는 토크를 발생시킨다. 액츄에이터 암(24)의 회전은 디스크(12) 표면을 가로질러 변환기(16)를 이동시킬 것이다.
- <28> 정보는 전형적으로 디스크(12)의 환상 트랙내에 저장된다. 각 트랙(34)은 일반적으로 복수의 섹터를 포함하고 있다. 각 섹터는 데이터 필드(data field)와 식별 필드(identification field)를 포함하고 있다. 식별 필드는 섹터 및 트랙(실린더)을 식별하

는 그레이 코드(Gray code)로 구성되어 있다. 변환기(16)는 다른 트랙에 있는 정보를 읽거나 기록하기 위하여 디스크(12) 표면을 가로질러 이동된다.

<29> 도 2는 하드 디스크 드라이브(10)를 제어할 수 있는 전기 시스템(40)을 보여준다. 전기 시스템(40)은 리드/라이트(R/W) 채널 회로(44) 및 프리-앰프 회로(46)에 의하여 변환기(16)에 결합된 콘트롤러(42)를 포함하고 있다. 콘트롤러(42)는 디지털 신호 프로세서(DSP : Digital Signal Processor), 마이크로프로세서, 마이크로콘트롤러 등이 된다. 콘트롤러(42)는 디스크(12)로부터 읽거나 또는 디스크(12)에 정보를 기록하기 위하여 읽기/쓰기 채널(44)로 제어신호를 공급한다. 정보는 전형적으로 R/W 채널로부터 호스트 인터페이스 회로(54)로 전송된다. 호스트 인터페이스 회로(54)는 퍼스널 컴퓨터와 같은 시스템에 인터페이스하기 위하여 디스크 드라이브를 허용하는 버퍼 메모리 및 제어 회로를 포함하고 있다.

<30> 콘트롤러(42)는 보이스 코일(26)에 구동 전류를 공급하는 VCM 구동 회로(48)에 또한 결합되어 있다. 콘트롤러(42)는 VCM의 여기 및 변환기(16)의 움직임을 제어하기 위하여 구동 회로(48)로 제어신호를 공급한다.

<31> 콘트롤러(42)는 읽기 전용 메모리(ROM : Read Only Memory) 또는 플래쉬 메모리 소자(50)와 같은 비휘발성 메모리 및 랜덤 액세스 메모리(RAM : Random Access Memory) 소자(52)에 결합되어 있다. 메모리 소자(50, 52)는 소프트웨어 루틴을 실행시키기 위하여 콘트롤러(42)에 의하여 사용되어지는 명령어 및 데이터를 포함하고 있다. 소프트웨어 루틴의 하나로서 한 트랙에서 다른 트랙으로 변환기(16)를 이동시키는 시크 루틴이 있다. 시크 루틴은 변환기(16)를 정확한 트랙으로 이동시키는 것을 보증하기 위한 서버 제어 루틴을 포함하고 있다. 일 실시 예로서, 메모리 소자(50)는 본 발명의 가속도, 속도 및

위치 궤적 방정식들을 포함하고 있으며, 아래에 기술한 바와 같이, 구동개시 시에 메모리 소자(52)에 이러한 방정식들이 저장된다.

<32> 도 3은 컨트롤러(42)에 의하여 실행되는 하드웨어 및 소프트웨어로 구성된 트랙 탐색 서보 제어 시스템을 보여준다. 트랙 탐색 서보 제어 시스템은 변환기(16)가 디스크(12)의 목표 트랙에 정확히 위치하도록 한다. 컨트롤러(42)는 변환기를 첫번째 트랙에서 첫번째 트랙으로부터 거리 X_{SK} 에 위치한 새로운 트랙으로 이동시키는 시크 루틴을 실행한다. 새로운 트랙과 첫번째 트랙 사이에 위치한 하나 또는 그 이상의 트랙의 그레이 코드는 디스크(16)를 가로질러 움직이는 변환기로 읽어낸다. 이는 변환기(16)가 트랙을 가로질러 목표 속도 및 가속도로 움직이는지를 주기적으로 컨트롤러(42)가 결정하는데 이용된다.

<33> 트랙 탐색 서보 제어 시스템은 소프트웨어 및 하드웨어로 구성된 상태 추정기(62)를 포함한다. 상태 추정기(62)는 변환기(16)가 첫 번째 트랙으로부터 이동되는 실제 거리 또는 위치값을 결정할 수 있다. 이 실제 위치값은 변환기(16) 바로 밑의 트랙의 그레이 코드를 읽어냄으로써 결정되어 질 수 있다. 상태 추정기(62)는 또한 변환기(16)의 실제 속도 값 및 실제 가속도값을 결정할 수 있다. 컨트롤러(42)가 변환기(16)의 움직임을 정확하게 제어할 수 있도록 하기 위하여 변환기(16)가 새로운 트랙 위치로 움직임으로써 그레이 코드는 주기적으로 샘플링되어 질 수 있다.

<34> 시크 궤적 생성기(60)는 변환기(16)가 트랙(34)의 그레이 코드를 읽어낼 때마다 비대칭 정현파 형태의 가속도 궤적 함수를 적용하여 변환기(16)의 설계 위치 $x_d(n)$, 설계 속도 $v_d(n)$ 및 설계 가속도 $a_d(n)$ 를 계산한다.

- <35> 제1합산기(64)는 설계 위치값에서 실제 위치값을 감산한다. 그리고, 위치 제어 이득 보상기(66)는 제1합산기(64)에서 연산된 설계 위치값과 실제 위치값의 차에 위치 보정을 위한 위치 이득(k_p)을 곱한 위치 보정값을 생성시킨다.
- <36> 다음으로, 제2합산기(68)는 위치 제어 이득 보상기(66)에서 생성된 위치 보정값에 설계 속도값을 더한 후에 실제 속도값을 감산한다.
- <37> 그러면, 속도 제어 이득 보상기(70)는 제2합산기(68)에서 연산된 설계 속도값과 실제 속도값의 차에 속도 보정을 위한 속도 이득(k_v)을 곱한 속도 보정값을 생성시킨다.
- <38> 다음으로, 제3합산기(72)는 속도 보정값과 설계 가속도값을 더한 후에 실제 가속도값을 감산하여 가속도 보정값($u(n)$)을 생성시킨다.
- <39> 가속도 보정값은 파워 앰프(74)에서 증폭된 후에 VCM 액츄에이터(76)에 인가된다. 그러면, VCM 액츄에이터(76)는 증폭되어 입력되는 가속도 보정값에 따라서 보이스 코일에 공급되는 전류를 가변시켜 결과적으로 변환기(16)의 움직임의 가속도를 변경시킨다. 이에 따라서, 가속도 궤적의 형태와 보이스 코일에 인가되는 전류 궤적의 형태는 동일하다는 것을 알 수 있다.
- <40> 즉, 보이스 코일에 인가되는 전류는 도 5(a)에 도시된 바와 가속도 궤적과 같이 비대칭 정현파 형태를 갖는데, 세부적으로 양(positive)의 크기에 비하여 음(negative)의 크기가 크고, 양의 구간의 길이에 비하여 음의 구간의 길이가 작은 것이 특징이다.
- <41> 제3,2,1합산기(72, 68 및 64)에 제공되는 설계 가속도, 속도 및 위치 파형은 아래에 기술되어져 있다.

<42> 본 발명에서 가속도 궤적은 가속의 크기에 비하여 감속의 크기가 큰 비대칭형 정현파 가속도 궤적을 사용한다. 이는 액추에이터 회전에 의하여 코일에서 생성되는 역기전력을 고려하여 주어진 전압 제한 하에서 감속 전류량을 증가시키기 위함이다.

<43> 본 발명에 적용되는 가속도 궤적과 이에 따른 속도 및 위치 궤적은 수학적 2와 같다.

<44>

$$\begin{aligned}
 a(t) &= \begin{cases} K_a I_a \sin\left(\frac{\pi}{T_a} t\right), & 0 \leq t \leq T_a \\ -K_a I_d \sin\left(\frac{\pi}{T_d} (t - T_a)\right), & T_a \leq t \leq T_a + T_d \end{cases} \\
 v(t) &= \begin{cases} \frac{K_a I_a T_a}{\pi} \left[1 - \cos\left(\frac{\pi}{T_a} t\right)\right], & 0 \leq t \leq T_a \\ \frac{2K_a I_a T_a}{\pi} + \frac{K_a I_d T_d}{\pi} \left[\cos\left(\frac{\pi}{T_d} (t - T_a)\right) - 1\right], & T_a \leq t \leq T_a + T_d \end{cases} \\
 x(t) &= \begin{cases} \frac{K_a I_a T_a}{\pi} \left[t - \frac{T_a}{\pi} \sin\left(\frac{\pi}{T_a} t\right)\right], & 0 \leq t \leq T_a \\ \frac{K_a I_a T_a^2}{\pi} + \frac{2K_a I_a T_a - K_a I_d T_d}{\pi} (t - T_a) + \frac{K_a I_d T_d^2}{\pi^2} \sin\left(\frac{\pi}{T_d} (t - T_a)\right), & T_a \leq t \leq T_a + T_d \end{cases}
 \end{aligned}$$

【수학적 2】

<45> 여기에서, I_a , I_d , T_a , T_d 는 각각 가속 전류 진폭, 감속 전류 진폭, 가속 시간, 감속 시간을 나타낸다. 이러한 네 개의 파라미터를 결정하기 위해서는 네 개의 방정식이 필요하다.

<46> 먼저 트랙 탐색 완료 시 속도가 0(zero)이 되는 조건에 의하여 수학적 3과 같은 첫 번째 방정식을 얻을 수 있다.

<47>

$$v(T_a + T_d) = \frac{2K_a}{\pi} (I_a T_a - I_d T_d) = 0$$

【수학식 3】

<48>

그리고, 탐색 거리(X_{sk})와 탐색 시간(T_{sk}) 사이의 관계로부터 수학식 4와 같은 두 번째 방정식을 얻을 수 있다.

<49>

$$X_s = x(T_a + T_d) = \frac{K_a I_a T_a}{\pi} (T_a + T_d)$$

【수학식 4】

<50>

그리고, 수학식 2의 궤적 사용시 필요한 VCM 전압은 수학식 5와 같이 주어진다.

<51>

$$u(t) = L \frac{di}{dt} + Ri + K_e v$$

$$= \begin{cases} \frac{K_e K_t I_a T_a}{M\pi} + R I_a \sin\left(\frac{\pi}{T_a} t\right) + \left(\frac{L\pi I_a}{T_a} - \frac{K_e K_t I_a T_a}{M\pi}\right) \cos\left(\frac{\pi}{T_a} t\right), & 0 \leq t \leq T_a \\ \frac{K_e K_t I_d T_d}{M\pi} - R I_d \sin\left(\frac{\pi}{T_d} (t - T_a)\right) - \left(\frac{L\pi I_d}{T_d} - \frac{K_e K_t I_d T_d}{M\pi}\right) \cos\left(\frac{\pi}{T_d} (t - T_a)\right), & T_a \leq t \leq T_d \end{cases}$$

【수학식 5】

<52>

여기에서, 상수 L , R , K_e 는 각각 VCM 코일의 인덕턴스, 저항 및 역기전력 상수를 나타낸다.

<53>

가속 시 전압 제한값(U_m) 내에서 전압을 최대로 사용한다는

조건($\max_{0 \leq t \leq T_a} u(t) = U_m$)으로부터 수학식 6과 같은 세 번째 방정식을 얻을 수 있다.

<54>

$$\frac{2K_e K_t U_m}{M \pi I_a} T_a^3 + \left(R^2 - \frac{2LK_e K_t}{M} - \left(\frac{U_m}{I_a} \right)^2 \right) T_a^2 + L^2 \pi^2 = 0$$

【수학식 6】

<55>

또한, 감속 시 전압제한 내에서 전압을 최대로 사용한다는

$\min_{t_a \leq t \leq T_a + T_d} u(t) = -U_m$ 조건으로부터 수학식 7과 같은 네 번째 방정식을 얻을 수 있다.

<56>

$$\frac{2K_e K_t U_m}{M \pi I_d} T_d^3 - \left(R^2 - \frac{2LK_e K_t}{M} - \left(\frac{U_m}{I_d} \right)^2 \right) T_d^2 - L^2 \pi^2 = 0$$

【수학식 7】

<57>

수학식 3, 4, 6, 7을 연립하여 풀면 수학식 2의 궤적에 사용되는 파라미터 I_a , I_d , T_a , T_d 를 결정할 수 있게 된다. 이렇게 하여 결정된 가속도, 속도, 위치 궤적을 도 5(a)에 도시하였고, VCM 전압 파형은 도 5(b)에 도시하였다. 도 5(a)에 도시된 바와 같이 가속도 궤적(a)은 가속 크기에 비하여 감속의 크기가 큰 비대칭 형태가 되고, 또한 가속 구간의 길이가 감속 구간의 길이보다 큰 비대칭 형태가 된다.

<58>

그리고, 도 5(b)의 VCM 전압 파형은 양쪽 방향으로 크기가 동일하여 주어진 전압 제한 하에서 전압을 적절히 사용하고 있음을 알 수 있다.

<59>

비대칭 정현파 가속도 궤적을 이용한 본 발명에 의한 트랙 탐색 제어에 따른 트랙 탐색 시간과 대칭형 정현파 가속도 궤적을 이용한 종래 기술에 의한 트랙 탐색 제어에 따른 트랙 탐색을 도 6에 도시하였다.

<60>

도 6에 도시된 바와 같이, 종래 기술에 비하여 본 발명의 시크 제어 기술에 따르면 트랙 탐색 시간이 약 1msec 정도 단축됨을 보여준다.

<61> 본 발명은 방법, 장치, 시스템 등으로서 실행될 수 있다. 소프트웨어로 실행될 때, 본 발명의 구성 수단들은 필연적으로 필요한 작업을 실행하는 코드 세그먼트들이다. 프로그램 또는 코드 세그먼트들은 프로세서 판독 가능 매체에 저장되어 질 수 있으며 또는 전송 매체 또는 통신 망에서 반송파와 결합된 컴퓨터 데이터 신호에 의하여 전송될 수 있다. 프로세서 판독 가능 매체는 정보를 저장 또는 전송할 수 있는 어떠한 매체도 포함한다. 프로세서 판독 가능 매체의 예로는 전자 회로, 반도체 메모리 소자, ROM, 플래쉬 메모리, 이레이저블 ROM(EROM : Erasable ROM), 플로피 디스크, 광 디스크, 하드 디스크, 광 섬유 매체, 무선 주파수(RF) 망, 등이 있다. 컴퓨터 데이터 신호는 전자 망 채널, 광 섬유, 공기, 전자계, RF 망, 등과 같은 전송 매체 위로 전파될 수 있는 어떠한 신호도 포함된다.

<62> 첨부된 도면에 도시되어 설명된 특성의 실시 예들은 단지 본 발명의 예로서 이해되어 지고, 본 발명의 범위를 한정하는 것이 아니며, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 본 발명에 기술된 기술적 사상의 범위에서도 다양한 다른 변경이 발생될 수 있으므로, 본 발명은 보여지거나 기술된 특성의 구성 및 배열로 제한되지 않는 것은 자명하다.

【발명의 효과】

<63> 상술한 바와 같이, 본 발명에 의하면 디스크 드라이브의 트랙 탐색 제어 시에 비대칭 정현파 형태의 가속도 궤적을 이용하여 변환기를 목표 트랙으로 이동시키도록 제어함으로써, VCM 전압을 주어진 전압 제한 하에서 포지티브/네거티브 방향으로 동일하게 사용할 수 있게 되어 대칭 정현파 형태의 가속도 궤적을 사용하는 종래의 시크 기술에 비하여 트랙 탐색 시간을 단축시킬 수 있을 수 있을 뿐만 아니라 구형파 형태의 가속도 궤

적을 이용하는 종래의 시크 기술에 비하여 기계적 소음을 줄일 수 있는 효과가 발생된다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

디스크 드라이브 제어 방법에 있어서,

트랙 탐색 모드에서 비대칭 정현파 형태의 가속도 궤적을 이용한 트랙 탐색 제어 프로세스에 의하여 변환기를 목표 트랙으로 이동시킴을 특징으로 하는 디스크 드라이브의 트랙 탐색 서보 제어 방법.

【청구항 2】

제1항에 있어서, 상기 비대칭 정현파 형태의 가속도 궤적은 가속의 크기에 비하여 감속의 크기가 큰 비대칭 형태를 갖는 것을 특징으로 하는 디스크 드라이브의 트랙 탐색 서보 제어 방법.

【청구항 3】

제1항에 있어서, 상기 비대칭 정현파 형태의 가속도 궤적은 가속 구간의 길이에 비하여 감속 구간의 길이가 작은 비대칭 형태를 갖는 것을 특징으로 하는 디스크 드라이브의 트랙 탐색 서보 제어 방법.

【청구항 4】

제1항에 있어서, 상기 비대칭 정현파 형태의 가속도 궤적은 가속의 크기에 비하여 감속의 크기가 크고, 가속 구간의 길이에 비하여 감속 구간의 길이가 작은 비대칭 형태를 갖는 것을 특징으로 하는 디스크 드라이브의 트랙 탐색 서보 제어 방법.

【청구항 5】

제1항에 있어서, 상기 비대칭 정현파 형태의 가속도 궤적 $a(t)$ 과 이에 따른 속도 궤적 $v(t)$ 및 위치 궤적 $x(t)$ 는

$$\begin{aligned}
 a(t) &= \begin{cases} K_a I_a \sin\left(\frac{\pi}{T_a} t\right), & 0 \leq t \leq T_a \\ -K_a I_d \sin\left(\frac{\pi}{T_d} (t - T_a)\right), & T_a \leq t \leq T_a + T_d \end{cases} \\
 v(t) &= \begin{cases} \frac{K_a I_a T_a}{\pi} \left[1 - \cos\left(\frac{\pi}{T_a} t\right)\right], & 0 \leq t \leq T_a \\ \frac{2K_a I_a T_a}{\pi} + \frac{K_a I_d T_d}{\pi} \left[\cos\left(\frac{\pi}{T_d} (t - T_a)\right) - 1\right], & T_a \leq t \leq T_a + T_d \end{cases} \\
 x(t) &= \begin{cases} \frac{K_a I_a T_a}{\pi} \left[t - \frac{T_a}{\pi} \sin\left(\frac{\pi}{T_a} t\right)\right], & 0 \leq t \leq T_a \\ \frac{K_a I_a T_a^2}{\pi} + \frac{2K_a I_a T_a - K_a I_d T_d}{\pi} (t - T_a) + \frac{K_a I_d T_d^2}{\pi^2} \sin\left(\frac{\pi}{T_d} (t - T_a)\right), & T_a \leq t \leq T_a + T_d \end{cases}
 \end{aligned}$$

(여기에서, I_a , I_d , T_a , T_d 는 각각 가속 전류 진폭, 감속 전류 진폭, 가속 시간, 감속 시간을 나타냄.)

로 표현됨을 특징으로 하는 디스크 드라이브의 트랙 탐색 서보 제어 방법.

【청구항 6】

디스크 드라이브 제어 장치에 있어서,

트랙 탐색 모드에서 비대칭 정현파 형태의 가속도 궤적 방정식을 적용하여 설계 위치 값, 설계 속도 값 및 설계 가속도 값을 연산하는 시크 궤적 생성기;

변환기가 디스크에서 이동되는 실제 위치값, 실제 속도값 및 가속도 값을 결정하는 상태 추정기;

상기 설계 위치값에서 실제 위치값을 감산하여 출력시키는 제1합산기;

상기 제1합산기 출력값에 위치 보정을 위한 소정의 위치 이득을 곱하여 위치 보정값을 생성시키기 위한 위치 제어 이득 보상기;

상기 위치 보정값과 상기 설계 속도값을 합산하고, 상기 위치 보정값과 상기 설계 속도값의 합산값에서 상기 실제 속도값을 감산하여 출력시키는 제2합산기;

상기 제2합산기의 출력값에 속도 보정을 위한 소정의 속도 이득을 곱하여 속도 보정값을 생성시키기 위한 속도 제어 이득 보상기;

상기 속도 보정값과 상기 설계 가속도값을 합산하고, 상기 속도 보정값과 상기 설계 가속도값의 합산값에서 상기 실제 가속도값을 감산하여 가속도 보정값을 생성시키는 제3합산기; 및

상기 가속도 보정값에 상응하여 보이스 코일에 공급되는 전류를 가변시키는 액츄에이터를 포함함을 특징으로 하는 디스크 드라이브의 트랙 탐색 서보 제어 장치.

【청구항 7】

제6항에 있어서, 상기 비대칭 정현파 형태의 가속도 궤적은 가속의 크기에 비하여 감속의 크기가 큰 비대칭 형태를 갖는 것을 특징으로 하는 디스크 드라이브의 트랙 탐색 서보 제어 장치.

【청구항 8】

제6항에 있어서, 상기 비대칭 정현파 형태의 가속도 궤적은 가속 구간의 길이에 비하여 감속 구간의 길이가 작은 비대칭 형태를 갖는 것을 특징으로 하는 디스크 드라이브의 트랙 탐색 서보 제어 장치.

【청구항 9】

제6항에 있어서, 상기 비대칭 정현파 형태의 가속도 궤적은 가속의 크기에 비하여 감속의 크기가 크고, 가속 구간의 길이에 비하여 감속 구간의 길이가 작은 비대칭 형태를 갖는 것을 특징으로 하는 디스크 드라이브의 트랙 탐색 서보 제어 장치.

【청구항 10】

제6항에 있어서, 상기 비대칭 정현파 형태의 가속도 궤적 방정식 $a(t)$ 과 이에 따른 속도 궤적 $v(t)$ 및 위치 궤적 $x(t)$ 는

$$a(t) = \begin{cases} K_a I_a \sin\left(\frac{\pi}{T_a} t\right), & 0 \leq t \leq T_a \\ -K_a I_d \sin\left(\frac{\pi}{T_d}(t - T_a)\right), & T_a \leq t \leq T_a + T_d \end{cases}$$

$$v(t) = \begin{cases} \frac{K_a I_a T_a}{\pi} \left[1 - \cos\left(\frac{\pi}{T_a} t\right)\right], & 0 \leq t \leq T_a \\ \frac{2K_a I_a T_a}{\pi} + \frac{K_a I_d T_d}{\pi} \left[\cos\left(\frac{\pi}{T_d}(t - T_a)\right) - 1\right], & T_a \leq t \leq T_a + T_d \end{cases}$$

$$x(t) = \begin{cases} \frac{K_a I_a T_a}{\pi} \left[t - \frac{T_a}{\pi} \sin\left(\frac{\pi}{T_a} t\right)\right], & 0 \leq t \leq T_a \\ \frac{K_a I_a T_a^2}{\pi} + \frac{2K_a I_a T_a - K_a I_d T_d}{\pi} (t - T_a) + \frac{K_a I_d T_d^2}{\pi^2} \sin\left(\frac{\pi}{T_d}(t - T_a)\right), & T_a \leq t \leq T_a + T_d \end{cases}$$

(여기에서, I_a , I_d , T_a , T_d 는 각각 가속 전류 진폭, 감속 전류 진폭, 가속 시간, 감속 시간을 나타냄.)

로 표현됨을 특징으로 하는 디스크 드라이브의 트랙 탐색 서보 제어 장치.

【청구항 11】

소정의 정보를 저장하는 디스크;

상기 디스크를 회전시키는 스핀들 모터;

상기 디스크에 정보를 기록하고 상기 디스크로부터 정보를 읽어내는 변환기;

상기 변환기를 상기 디스크의 표면을 가로질러 이동시키는 액츄에이터 ; 및

비대칭 정현파 가속도 궤적을 이용하여 상기 변환기를 현재 트랙에서 목표 트랙으로 이동시키도록 상기 액츄에이터를 제어하는 컨트롤러를 포함함을 특징으로 하는 디스크 드라이브.

【청구항 12】

제11항에 있어서, 상기 비대칭 정현파 형태의 가속도 궤적은 가속의 크기에 비하여 감속의 크기가 큰 비대칭 형태를 갖는 것을 특징으로 하는 디스크 드라이브.

【청구항 13】

제11항에 있어서, 상기 비대칭 정현파 형태의 가속도 궤적은 가속 구간의 길이에 비하여 감속 구간의 길이가 작은 비대칭 형태를 갖는 것을 특징으로 하는 디스크 드라이브.

【청구항 14】

제11항에 있어서, 상기 비대칭 정현파 형태의 가속도 궤적은 가속의 크기에 비하여 감속의 크기가 크고, 가속 구간의 길이에 비하여 감속 구간의 길이가 작은 비대칭 형태를 갖는 것을 특징으로 하는 디스크 드라이브.

【청구항 15】

제11항에 있어서, 상기 비대칭 정현파 형태의 가속도 궤적 $a(t)$ 과 이에 따른 속도 궤적 $v(t)$ 및 위치 궤적 $x(t)$ 는

$$\begin{aligned}
 a(t) &= \begin{cases} K_a I_a \sin\left(\frac{\pi}{T_a} t\right), & 0 \leq t \leq T_a \\ -K_a I_d \sin\left(\frac{\pi}{T_d} (t - T_a)\right), & T_a \leq t \leq T_a + T_d \end{cases} \\
 v(t) &= \begin{cases} \frac{K_a I_a T_a}{\pi} \left[1 - \cos\left(\frac{\pi}{T_a} t\right)\right], & 0 \leq t \leq T_a \\ \frac{2K_a I_a T_a}{\pi} + \frac{K_a I_d T_d}{\pi} \left[\cos\left(\frac{\pi}{T_d} (t - T_a)\right) - 1\right], & T_a \leq t \leq T_a + T_d \end{cases} \\
 x(t) &= \begin{cases} \frac{K_a I_a T_a}{\pi} \left[t - \frac{T_a}{\pi} \sin\left(\frac{\pi}{T_a} t\right)\right], & 0 \leq t \leq T_a \\ \frac{K_a I_a T_a^2}{\pi} + \frac{2K_a I_a T_a - K_a I_d T_d}{\pi} (t - T_a) + \frac{K_a I_d T_d^2}{\pi^2} \sin\left(\frac{\pi}{T_d} (t - T_a)\right), & T_a \leq t \leq T_a + T_d \end{cases}
 \end{aligned}$$

(여기에서, I_a , I_d , T_a , T_d 는 각각 가속 전류 진폭, 감속 전류 진폭, 가속 시간, 감속 시간을 나타냄.)

로 표현됨을 특징으로 하는 디스크 드라이브.

【청구항 16】

트랙 탐색 모드에서 비대칭 정현파 형태의 가속도 궤적을 이용한 트랙 탐색 제어 프로세스에 의하여 변환기를 목표 트랙으로 이동시키도록 프로그램된 컴퓨터 프로그램 코드를 갖는 컴퓨터 판독 가능 매체를 포함함을 특징으로 하는 컴퓨터 프로그램 제품.

【청구항 17】

제16항에 있어서, 상기 비대칭 정현파 형태의 가속도 궤적은 가속의 크기에 비하여 감속의 크기가 큰 비대칭 형태를 갖는 것을 특징으로 하는 컴퓨터 프로그램 제품.

【청구항 18】

제16항에 있어서, 상기 비대칭 정현파 형태의 가속도 궤적은 가속 구간의 길이에 비하여 감속 구간의 길이가 작은 비대칭 형태를 갖는 것을 특징으로 하는 컴퓨터 프로그램 제품.

【청구항 19】

제16항에 있어서, 상기 비대칭 정현파 형태의 가속도 궤적은 가속의 크기에 비하여 감속의 크기가 크고, 가속 구간의 길이에 비하여 감속 구간의 길이가 작은 비대칭 형태를 갖는 것을 특징으로 하는 컴퓨터 프로그램 제품.

【청구항 20】

제16항에 있어서, 상기 비대칭 정현파 형태의 가속도 궤적 $a(t)$ 과 이에 따른 속도 궤적 $v(t)$ 및 위치 궤적 $x(t)$ 는

$$\begin{aligned}
 a(t) &= \begin{cases} K_a I_a \sin\left(\frac{\pi}{T_a} t\right), & 0 \leq t \leq T_a \\ -K_a I_d \sin\left(\frac{\pi}{T_d}(t - T_a)\right), & T_a \leq t \leq T_a + T_d \end{cases} \\
 v(t) &= \begin{cases} \frac{K_a I_a T_a}{\pi} \left[1 - \cos\left(\frac{\pi}{T_a} t\right)\right], & 0 \leq t \leq T_a \\ \frac{2K_a I_a T_a}{\pi} + \frac{K_a I_d T_d}{\pi} \left[\cos\left(\frac{\pi}{T_d}(t - T_a)\right) - 1\right], & T_a \leq t \leq T_a + T_d \end{cases} \\
 x(t) &= \begin{cases} \frac{K_a I_a T_a}{\pi} \left[t - \frac{T_a}{\pi} \sin\left(\frac{\pi}{T_a} t\right)\right], & 0 \leq t \leq T_a \\ \frac{K_a I_a T_a^2}{\pi} + \frac{2K_a I_a T_a - K_a I_d T_d}{\pi} (t - T_a) + \frac{K_a I_d T_d^2}{\pi^2} \sin\left(\frac{\pi}{T_d}(t - T_a)\right), & T_a \leq t \leq T_a + T_d \end{cases}
 \end{aligned}$$

(여기에서, I_a , I_d , T_a , T_d 는 각각 가속 전류 진폭, 감속 전류 진폭, 가속 시간, 감속 시간을 나타냄.)

로 표현됨을 특징으로 하는 컴퓨터 프로그램 제품.

【청구항 21】

디스크 드라이브 제어 방법에 있어서,

트랙 탐색 모드에서 비대칭 정현파 형태의 전류를 보이스트 코일에 인가하는 트랙 탐색 제어 프로세스에 의하여 변환기를 목표 트랙으로 이동시킴을 특징으로 하는 디스크 드라이브의 트랙 탐색 서보 제어 방법.

【청구항 22】

제21항에 있어서, 상기 비대칭 정현파 형태의 전류는 양(positive)의 크기에 비하여 음(negative)의 크기가 큰 비대칭 형태를 갖는 것을 특징으로 하는 디스크 드라이브의 트랙 탐색 서보 제어 방법.

【청구항 23】

제21항에 있어서, 상기 비대칭 정현파 형태의 전류는 양의 구간의 길이에 비하여 음의 구간의 길이가 작은 비대칭 형태를 갖는 것을 특징으로 하는 디스크 드라이브의 트랙 탐색 서보 제어 방법.

【청구항 24】

제21항에 있어서, 상기 비대칭 정현파 형태의 전류는 양의 크기에 비하여 음의 크기가 크고, 양의 구간의 길이에 비하여 음의 구간의 길이가 작은 비대칭 형태를 갖는 것을 특징으로 하는 디스크 드라이브의 트랙 탐색 서보 제어 방법.

【청구항 25】

소정의 정보를 저장하는 디스크;
상기 디스크를 회전시키는 스피들 모터;
상기 디스크에 정보를 기록하고 상기 디스크로부터 정보를 읽어내는 변환기;
상기 변환기를 상기 디스크의 표면을 가로질러 이동시키는 액츄에이터 ; 및
비대칭 정현파 형태의 전류를 보이스 코일에 인가하여 상기 변환기를 현재 트랙에서 목표 트랙으로 이동시키도록 상기 액츄에이터를 제어하는 컨트롤러를 포함함을 특징으로 하는 디스크 드라이브.

【청구항 26】

제25항에 있어서, 상기 비대칭 정현파 형태의 전류는 양(positive)의 크기에 비하여 음(negative)의 크기가 큰 비대칭 형태를 갖는 것을 특징으로 하는 디스크 드라이브.

【청구항 27】

제25항에 있어서, 상기 비대칭 정현파 형태의 전류는 양의 구간의 길이에 비하여 음의 구간의 길이가 작은 비대칭 형태를 갖는 것을 특징으로 하는 디스크 드라이브.

【청구항 28】

제25항에 있어서, 상기 비대칭 정현파 형태의 전류는 양의 크기에 비하여 음의 크기가 크고, 양의 구간의 길이에 비하여 음의 구간의 길이가 작은 비대칭 형태를 갖는 것을 특징으로 하는 디스크 드라이브.

【청구항 29】

트랙 탐색 모드에서 비대칭 정현파 형태의 전류를 보이스 코일에 인가하는 트랙 탐색 제어 프로세스에 의하여 변환기를 목표 트랙으로 이동시키도록 프로그램된 컴퓨터 프로그램 코드를 갖는 컴퓨터 판독 가능 매체를 포함함을 특징으로 하는 컴퓨터 프로그램 제품.

【청구항 30】

제29항에 있어서, 상기 비대칭 정현파 형태의 전류는 양(positive)의 크기에 비하여 음(negative)의 크기가 큰 비대칭 형태를 갖는 것을 특징으로 하는 컴퓨터 프로그램 제품.

【청구항 31】

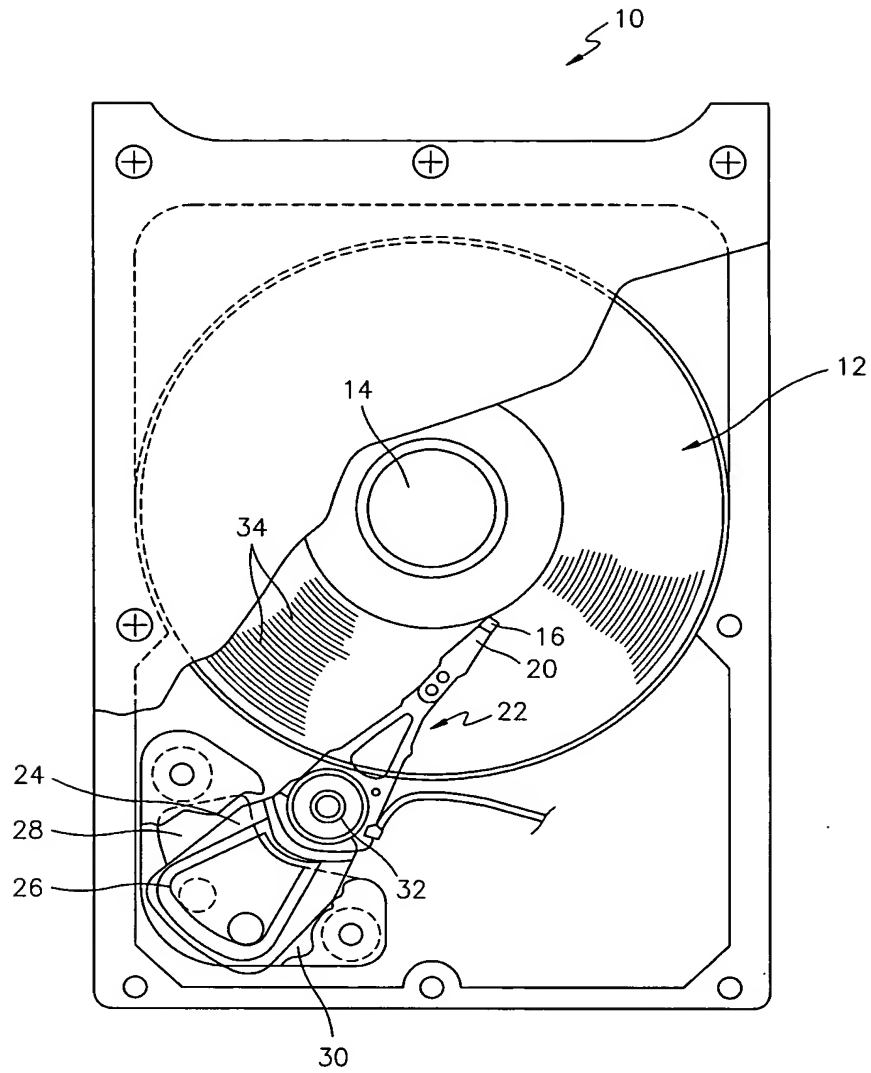
제29항에 있어서, 상기 비대칭 정현파 형태의 전류는 양의 구간의 길이에 비하여 음의 구간의 길이가 작은 비대칭 형태를 갖는 것을 특징으로 하는 컴퓨터 프로그램 제품.

【청구항 32】

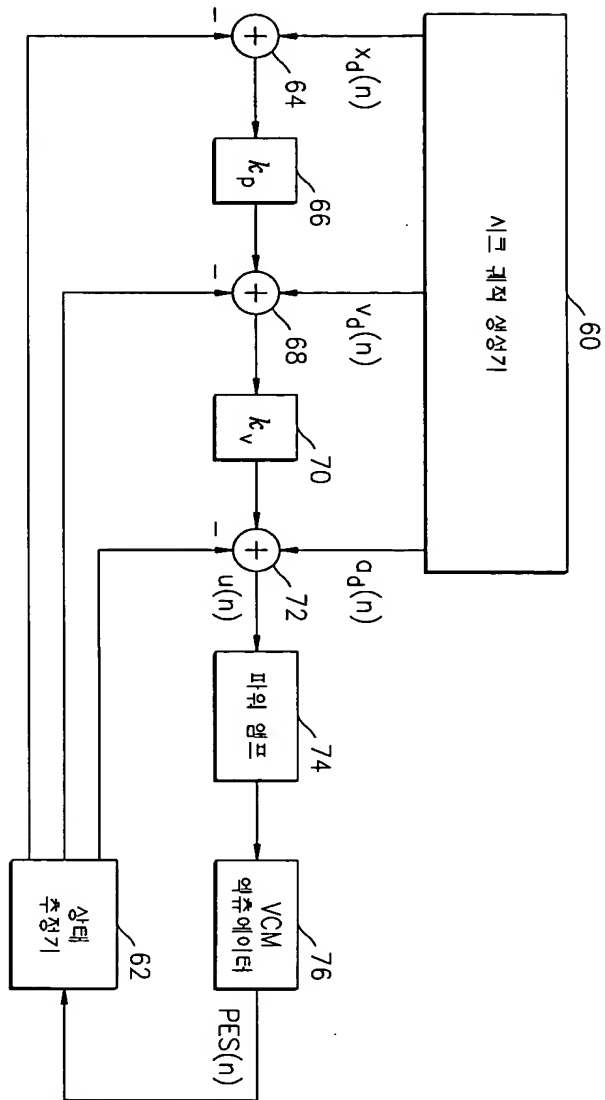
제29항에 있어서, 상기 비대칭 정현파 형태의 전류는 양의 크기에 비하여 음의 크기가 크고, 양의 구간의 길이에 비하여 음의 구간의 길이가 작은 비대칭 형태를 갖는 것을 특징으로 하는 컴퓨터 프로그램 제품.

【도면】

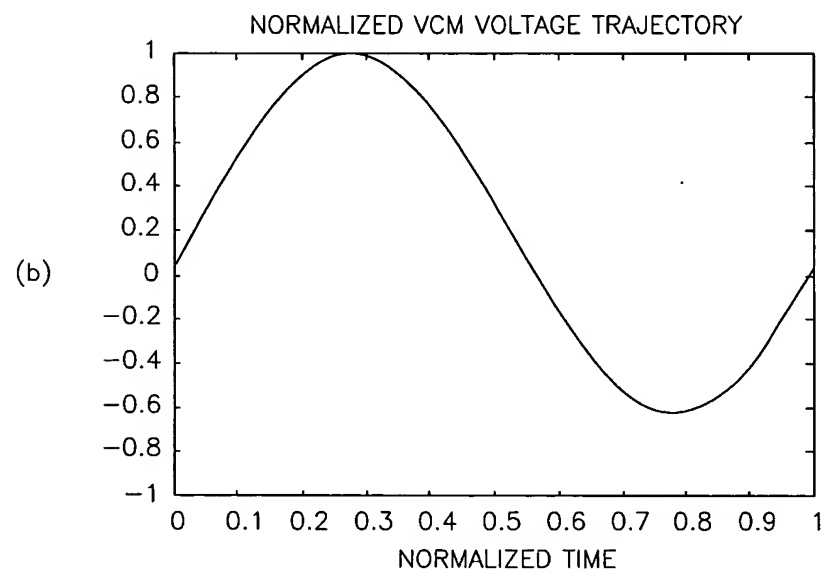
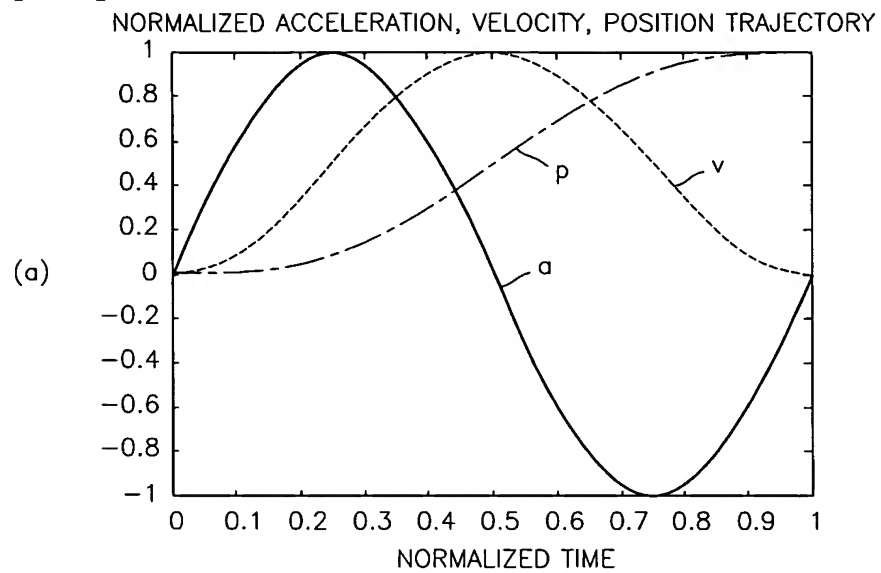
【도 1】



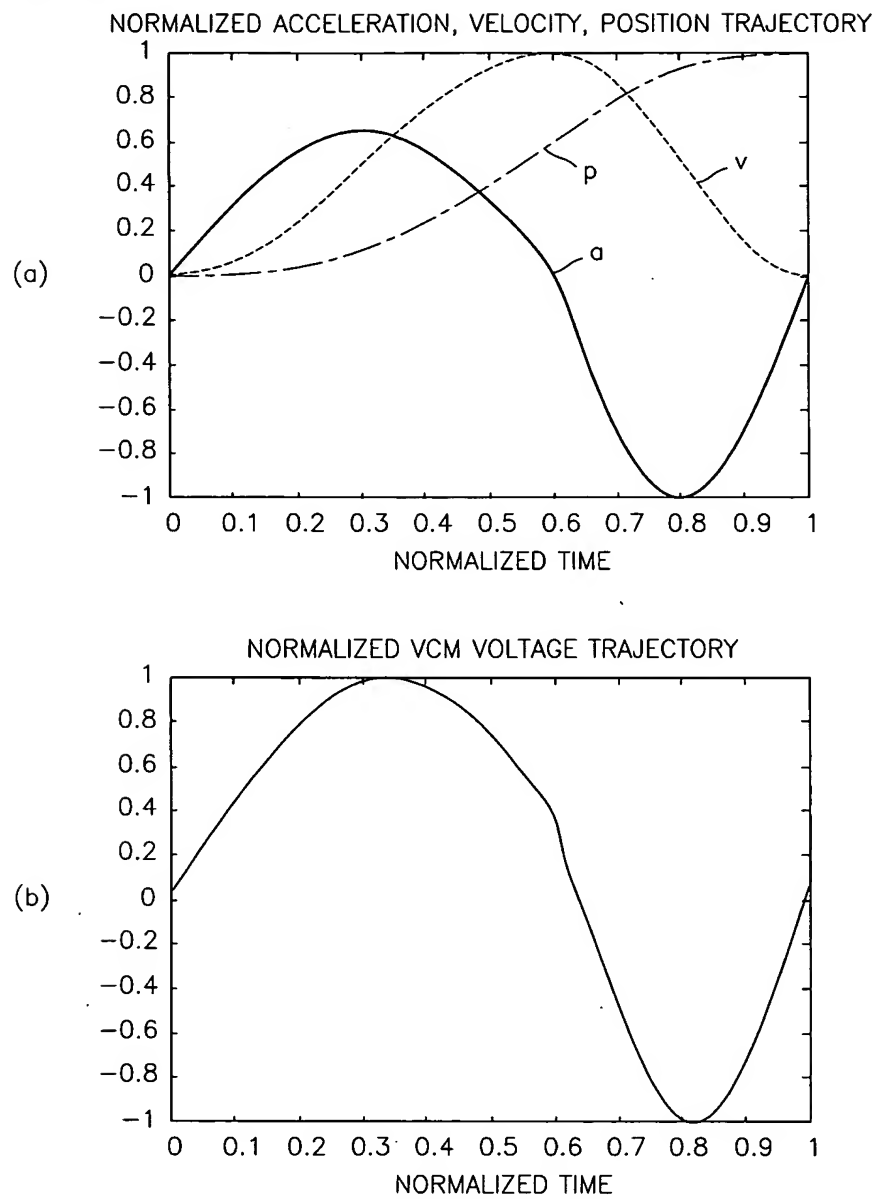
【도 3】



【도 4】



【도 5】



【도 6】

